

EFFECTS OF TWO PERIODIZATION FORMS OF THE LOAD THE LINEAR AND DOUBLE WAVED IN THE TRAINING OF THE FORCE IN PHYSICALLY ACTIVE WOMEN

DENNIS CONTRERAS

Profesor Universidad de Pamplona

Magister en Educación Física Mención Fisiología del Ejercicio

Director Grupo de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano, Universidad de Pamplona

Dennis.contreras@unipamplona.edu.co

NELSON ORLANDO CLAVIJO

Profesor Universidad de Pamplona

Magister en Ciencias de la Actividad Física y del deporte

Grupo de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano, Universidad de Pamplona

nelsonor10@hotmail.com

EDGAR CARRILLO

Licenciado en Educación física recreación y deportes Universidad de Pamplona

RESUMEN

El propósito de este estudio fue comparar la periodización lineal (PL) y la periodización doble ondulada (PDO) para las ganancias de fuerza, potencia y velocidad. Catorce mujeres con edades comprendidas entre (30 a 45 años) fueron asignadas aleatoriamente a los grupos periodización lineal (PL) (n=7) y periodización ondulatoria (PO) (n=7). Fue registrada una repetición máxima (1RM) y potencia para los ejercicios de press de banca y sentadilla de piernas y velocidad 20 metros lanzados, como evaluaciones inicial (test 1), intermedia (test 2) y final (test 3) del programa de entrenamiento. Se les aplicó el test de Shapiro – Wilk y la prueba de Barlett para verificar la normalidad y homogeneidad de varianzas. Con los resultados obtenidos, se verifica la no violación de estos supuestos. Se calcularon los valores descriptivos de las muestras y a cada pareja de muestras se aplicó las pruebas t- student para muestras relacionadas. El paquete estadístico utilizado fue el SPSS versión 15.0 y STATISTX 8.0, y en todos los casos se utilizó un nivel de significancia del 5%. Los análisis revelaron que una periodización lineal de la carga provoca mayores ganancias en términos porcentuales en la variable velocidad establecida, tanto en segundo como en metros/seg., y en la variable fuerza evaluada por medio del test press banco y del test de sentadilla; para la variable potencia evaluada en los mismo test se encontró que en el ejercicio de press banco en la periodización ondulatoria fue más efectiva a corto plazo; la periodización lineal tuvo mayores incrementos a largo plazo; en cuanto al ejercicio de sentadilla los mejores resultados se alcanzaron con la periodización lineal.

Palabras claves: Carga, periodización, fuerza, mujeres.

EFFECTS OF TWO PERIODIZATION FORMS OF THE LOAD THE LINEAR AND DOUBLE ONE WAVED IN THE TRAINING OF THE FORCE IN PHYSICALLY ACTIVE WOMEN

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare linear periodization (LP) and the wave periodization (PO) for strength gains, power and speed. Fourteen women aged (30

.....
Artículo recibido 19 de julio del 2012 y
aceptado para su publicación el 24 de agosto
del 2012.

Se considera un artículo T 1 de Investigación
científica y tecnológica

to 45 years) were randomly assigned to groups linear periodization (LP) ($n = 7$) and periodization wave (PO) ($n = 7$). one repetition maximum (1RM) and power for exercises bench press and squat legs and speed thrown 20 meters was recorded, as initial assessments (test 1), intermediate (test 2) and final (test 3) the training program. We applied the Shapiro - Wilk and Bartlett's test to verify the normality and homogeneity of variances. With the results obtained, we verify the non-violation of these assumptions. Descriptive statistics were calculated for each pair of samples and was applied samples t-student test for related samples. The statistical software used was SPSS version 15.0 and STATISTX 8.0 and in all cases a significance level of 5% was used. The analysis revealed a linear periodization load causes greater gains in percentage terms in the variable rate set as second or meters / sec and the variable strength test determined by a bench press and squat test for the variable power evaluated in the same test it was also found that the performance of the bench press periodization wave was more effective in the short term, the linear periodization had greater increases in the long term as to the squat best results were obtained with the linear periodization.

Key words: load, periodization, strength, women.

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que la actividad física diaria y la ejecución de ejercicios de entrenamiento de la fuerza son un método efectivo para mejorar la capacidad de generar fuerza muscular, incrementando la masa ósea, el área transversal del tejido muscular y conectivo, y reduciendo la presión sanguínea, la grasa corporal y disminuyendo el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles (p.ej., enfermedad cardio-coronaria, obesidad, diabetes mellitus, osteoporosis) (Pollock, y cols, 1996; Hass y cols, 2001; Fleck y cols, 1988).

A pesar de los beneficios e información, la mayoría de las personas de todas las edades no son físicamente activas; esto queda demostrado en el informe del Ministerio de Protección Social de Colombia del 2008, donde el 53.6% de las mujeres y el 61.9% de los hombres entre 18 y 64 años, no realizan actividad física sistemática, prevaleciendo en las mujeres un sobrepeso del 33% y en los hombres del 31.1%, el grado de obesidad; en este mismo rango de edades ha llegado en mujeres a un 16.6% y en los hombres a un 8.8% (Ministerio de Protección Social, 2008); esto, debido a gran parte, a la tecnología que ha reducido la necesidad de aplicar altos niveles de producción de fuerza durante las actividades de la vida diaria; tanto las comunidades médicas como científicas se reconoce que la fuerza muscular es una característica física fundamental, necesaria para la salud, capacidad funcional, y mejora de la calidad de vida (ACSM, 2002).

Los altos niveles de fuerza están acompañados por una mayor capacidad de realizar actividades de la vida diaria, por medio del incremento del estado funcional, el mantenimiento de la independencia y la prevención de la incapacidad; estos beneficios pueden ser fácilmente obtenidos por la mayoría de la población cuando se desarrollan programas apropiados de entrenamiento de la fuerza (Christopher, 2001). Cuando se prescribe un programa de entrenamiento de la fuerza, el entrenador

o preparador físico, debe considerar el estado individual actual de salud y aptitud física del sujeto, el historial de actividad física sistemática, las preferencias y los objetivos personales, las manifestaciones de la fuerza por entrenar y el tiempo disponible para el entrenamiento.

El entrenamiento de la fuerza constituye un componente fundamental en la preparación física, ya sea que esté direccionada para alcanzar el rendimiento deportivo, para el desarrollo de un programa integral de salud o para optimizar los procesos de rehabilitación y reducir el riesgo de lesiones (Wernbom y cols, 2007). Este es, quizás, uno de los campos que más ha gozado del interés por el estudio y la investigación entorno a diversos aspectos relacionados con su influencia sobre el rendimiento, la salud y los diversos aspectos metodológicos relacionados con su aplicación (Heredia y cols, 2006). El control y la cuantificación de las variables fisiológicas como la intensidad, el volumen, la densidad, y la frecuencia de los estímulos, son la clave para programar adecuadamente la carga de trabajo y estimar el impacto o carga interna causada sobre el organismo del sujeto (Wernbom y cols, 2007; Heredia y cols, 2006; Nacleiro, 2007).

Un programa diseñado para mejorar la fuerza muscular en diferentes tipos de población (niños, jóvenes, clasificadas por género, adulto joven y adulto mayor) deberá seguir los mismos principios básicos de entrenamiento que los diseñados para jóvenes y deportistas. Así, este tipo de programa de entrenamiento deberá producir un estímulo lo suficientemente intenso, por encima del que suponen las actividades regulares de la vida diaria, como para causar la respuesta de adaptación deseada, pero sin llegar a producir agotamiento o esfuerzo indebido. El entrenamiento de fuerza deberá ser específico para los grupos musculares más utilizados y con transferencia directa a tareas de la vida diaria como por ejemplo, subir escaleras, llevar las

bolsas del mercado, alzar un hijo, entre otras. Las adaptaciones producidas por un programa de entrenamiento de fuerza serán diferentes entre las personas y vendrán determinadas por edad y nivel de entrenamiento previo (Izquierdo, 2008).

Las diferentes combinaciones de las variables fisiológicas de la carga que componen el entrenamiento originan diferentes respuestas fisiológicas tanto agudas como crónicas. De manera general, todos los programas de entrenamiento de la fuerza inducen a ciertas mejoras, como son la mejora de la fuerza máxima, la potencia muscular y de la fuerza explosiva máxima (Kraemer y cols, 2004; Agaard 2002).

Para que estos beneficios sean alcanzados, es claro que el entrenamiento de la fuerza debe ser correctamente periodizado. El concepto de periodización se refiere a la interrelación de las magnitudes de la carga de entrenamiento como son la intensidad y el volumen, utilizados en la variación del diseño de los diferentes programas de entrenamiento; siendo extremadamente importantes para obtener las ganancias óptimas en aquellas capacidades en la que se está viendo incidencia. De igual forma la variación de estas magnitudes han sido utilizadas para optimizar el rendimiento y la recuperación en el entrenamiento de fuerza (Jiménez y cols, 2004). La periodización se entiende como la división lógica del tiempo de entrenamiento en periodos a través de los cuales se busca alcanzar diferentes adaptaciones de acuerdo a los objetivos y los contenidos que se hayan propuestos.

Establecer la forma de periodización de la carga más eficiente y efectiva para el desarrollo de la fuerza ha sido el objetivo principal de muchas investigaciones especializadas en el entrenamiento de la fuerza durante muchos años. Ya sea un atleta buscando una ventaja en el campo de juego, un oficial de policía preparándose para una posible confrontación, o un individuo anciano tratando de mantener un estilo de vida independiente, el incremento de la fuerza puede constituir un importante objetivo (Rhea y cols, 2002).

El propósito de esta investigación fue comparar los resultados obtenidos en la ganancia de fuerza máxima y potencia (press de banca y sentadilla de piernas) y velocidad en 20 metros, en mujeres físicamente activas, que desarrollaron dos formas diferentes de periodizar la carga para el entrenamiento de la fuerza: una periodización lineal (PL) y una periodización ondulatoria (PO).

MÉTODOS

Enfoque experimental del problema

El desarrollo de la fuerza máxima y potencia en mujeres físicamente activas puede prevenir el riesgo de padecer enfermedades crónicas y puede mejorar la independencia en sus labores cotidianas, por lo cual se diseñó dos intervenciones del entrenamiento de la fuerza, en una periodización de la carga de forma lineal, y en la otra se utilizó una periodización doble ondulatoria, con el fin determinar a través de la cual de las dos periodizaciones es obtenida una mayor ganancia de la fuerza máxima y potencia en los ejercicios de press de banca y sentadilla de pierna y velocidad en 20 metros.

Sujetos

Los sujetos fueron catorce (14) mujeres de mediana edad (rango 30 – 45 años). Los sujetos dieron su consentimiento informado para participar en el estudio y demostraron no haber participado en programas de fuerza con una frecuencia de más de 3 veces por semana en un mínimo de 3 meses (Kraemer et al., 2002; Lemmer et al., 2001; Matsudo et al., 2001). Todos los sujetos estaban libres de condiciones que limitarían su participación en entrenamiento de la fuerza de alta intensidad, como lesiones musculoesqueléticas, hipertensión, enfermedad coronaria, enfermedad pulmonar crónica, osteoporosis, entre otras.

Ética del estudio. Este estudio cumplió con los estándares para la realización de investigaciones en seres humanos, según las disposiciones de la Convención de Helsinki (1964) y las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, según resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, Colombia.

Intervención y evaluación

Participaron en una fase de adaptación anatómica durante 11 semanas; luego fue registrada una repetición máxima (1RM) para los ejercicios de press de banco y sentadilla de piernas, y velocidad lanzada en 20 metros como test 1; inmediatamente se inició con la intervención del entrenamiento de Fuerza Máxima durante 8 semanas; no existía precedente de entrenamiento de fuerza máxima; al finalizar esta fase del entrenamiento, se realizó el test 2, donde se evaluó una repetición máxima (1RM) para los ejercicios de press de banco y sentadilla de piernas, y velocidad lanzada en 20 metros; y a continuación se procedió con la sesión de conversión (potencia – resistencia muscular), que tuvo una duración de 7 semanas; al finalizar esta etapa, se realizó el test 3, donde se evaluó una repetición máxima (1RM) para los ejercicios de (press de banco y sentadilla de piernas) y velocidad lanzada en 20 metros.

El método de 1RM fue definido como el peso que puede ser levantado a través de un recorrido de movimiento definido no más de una vez y usando una técnica apropiada. La evaluación de la fuerza fue precedida por 5 min de entrada en calor en una bicicleta o banda rodante ergométrica. Los sujetos recibieron instrucciones detalladas acerca de cada ejercicio y realizaron cada ejercicio varias veces con muy poca carga para mejorar la familiarización y entrar en calor. El objetivo fue producir 1RM dentro de 3-5 esfuerzos para reducir el efecto de la fatiga. Fue registrado el mayor valor de 1RM alcanzado entre las dos evaluaciones de fuerza y representó la fuerza máxima de los sujetos para el ejercicio particular evaluado.

La potencia fue definida como el producto de trabajo realizado por unidad de tiempo. Para determinar la potencia se utilizó el test de 1 RM, y se utilizó el análisis de video con el fin de filmar la ejecución de la técnica de los ejercicios de press de banco y sentadilla; previamente se había tomado la distancia del recorrido de la barra en cada uno de los ejercicios y se había realizado el marcaje correspondiente; se utilizó el software de análisis biomecánico SIMI RealityMotion System: 2D/3D, el cual

permite obtener 60 imágenes por segundo y calcular variables cinemáticas lineales y angulares.

Los 20 metros fueron definidos como un conjunto de propiedades funcionales que permite ejecutar acciones motoras en un tiempo mínimo; se utilizaron plataformas de contacto Axon-Jump con el fin evaluar de manera más precisa y confiable los 20 metros lanzados; se realizaron 2 dos intentos, con intervalos de descanso entre uno y tres minutos, y se tomó como referencia el mejor resultado de las dos ejecuciones.

Cada sesión de entrenamiento duró aproximadamente 50 minutos e incluyó 8 ejercicios uno por cada grupo muscular; la frecuencia de entrenamiento fue de 3 veces por semana. La diferencia entre cada sesión del microciclo fue la utilización de ejercicios unilaterales y bilaterales, al igual que el ángulo de trabajo. Se utilizaron pesos libres, máquinas de polea, balones terapéuticos, medicinales y terabanes, donde se controlaron los parámetros mecánicos y fisiológicos de la carga. A su vez, se realizó un trabajo específico de la zona central del cuerpo. Al finalizar cada sesión de entrenamiento, se efectuó un trabajo de flexibilidad.

La intervención se desarrolló acoplada al Modelo de Planificación de Bompá, (2002) con un macrociclo de 7 meses de duración, distribuidos en cuatro mesociclos de la siguiente manera: once (11) semanas en Adaptación Anatómica, ocho (8) semanas en Fuerza Máxima, siete (7) semanas en Conversión a Potencia-Resistencia y una (1) semanas en la fase de Cese, con una frecuencia de tres sesiones a la semana. El plan de intervención se evidencia en la figura 5. A continuación se realizará una explicación de cada uno de la mesociclos.

Análisis Estadístico

Durante un periodo de 7 meses se realizaron tres mediciones o valoraciones a cada uno de los sujetos del estudio, en velocidad, fuerza y potencia, considerando el sistema lineal y el ondulatorio. La primera medición llamada test inicial fue aplicado cuando se finalizó la fase de simetría corporal; un segundo test denominado test intermedio, aplicado cuando se terminó el mesociclo de fuerza máxima, y una tercera medición a través de un test final cuando se finalizó la fase de conversión, con un total de semanas trabajadas de veintinueve (30). La fuerza máxima y potencia fueron valoradas por medio de test de una repetición máxima (1 RM); en los ejercicios de press de banco y sentadilla, la velocidad fue evaluada por medio del test de velocidad lanzada en 20 metros. En total se generaron 12 muestras, 2 de velocidad, 2 de fuerza y 2 de potencia para cada uno de las periodizaciones descritas.

Como uno de los objetivos de la investigación es hacer las comparaciones que demuestren si tuvo o no efecto la periodización en los sujetos del estudio, a cada una de las muestras se les aplicó el test de Shapiro-Wilk y la prueba de Barlett para verificar la normalidad y homogeneidad de varianzas. Con los resultados obtenidos, se verifica la no violación de estos supuestos. Se calcularon los valores descriptivos de las muestras, y a cada pareja de muestras se aplicó las pruebas t-student para muestras relacionadas. El paquete estadístico utilizado fue el

SPSS versión 15.0 y STATISTX 8.0, y en todos los casos se utilizó un nivel de significancia del 5%.

Resultados

Se aplica una prueba Anova para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los test para cada una de las pruebas en las dos periodizaciones; para ello se establece el nivel de significación en 5%. Los resultados de la prueba Anova y las pruebas de comparaciones múltiples para ambas periodizaciones se indican a continuación.

PERIODIZACIÓN LINEAL (PL)

Velocidad 20 metros lanzados (Tiempo en segundos y metros/segundos)

En la prueba de velocidad 20 metros lanzados (tiempo en segundos), se puede observar que no hubo diferencias significativas al comparar el test inicial y el test intermedio. Al comparar el test intermedio con el test final se encontró una alta diferencia significativa (* $p < 0,002$), y entre el test inicial con el test final se encontraron diferencias significativas (** $p < 0,032$); esto demuestra el notorio efecto de la sesión de entrenamiento (figura1). Los datos tienden a ser homogéneos en los 3 test de PL. Se presenta un valor atípico bajo en el test final de PL que corresponde a 4,564 segundos. La simetría de los datos en cada test tiende a ser positiva.

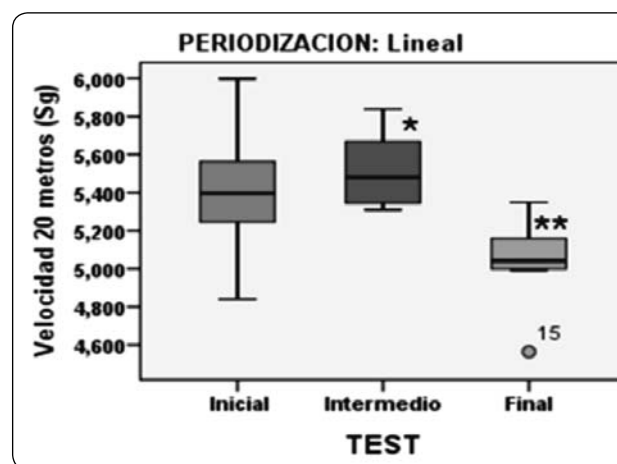


Figura 1. Velocidad 20 metros (tiempo en segundos). Periodización Lineal. Con una alta diferencia significativa entre test intermedio con el test final (* $p < 0,002$) y el test inicial con el test final (** $p < 0,032$).

En la prueba de velocidad 20 metros lanzados (tiempo en metro/segundos), se puede observar que no hubo diferencias significativas al comparar el test inicial y el test intermedio. Al comparar el test intermedio con el test final, se encontró una alta diferencia significativa (* $p < 0,002$) y entre el test inicial con

el test final se encontraron diferencias significativas ($*p < 0,025$) (figura 2). Los datos tienden a ser homogéneos en los 3 test de PL. La simetría de los datos en cada test tiende a ser positiva.

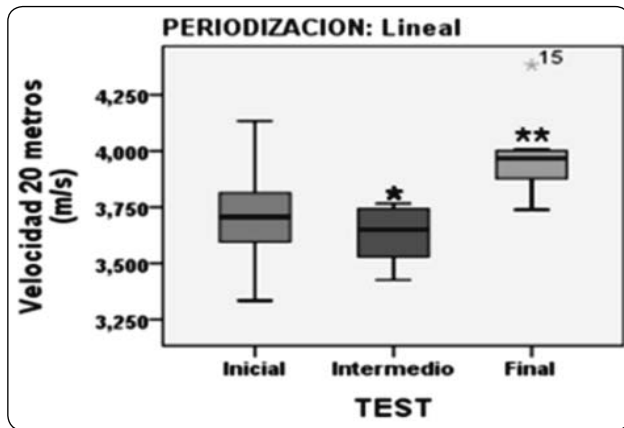


Figura 2. Velocidad 20 metros (tiempo en metro/segundos). Periodización Lineal. Con una alta diferencia significativa entre test intermedio con el test final ($*p < 0,002$) y el test inicial con el test final ($**p < 0,025$).

Fuerza en press banco horizontal y sentadilla de piernas (Newton)

Para medir la fuerza en los sujetos de estudio, se aplicó la prueba de press banco; los resultados arrojaron estadísticamente mediante el p-valor diferencias altamente significativas entre cada uno de los test: entre el test inicial y el test intermedio con una alta diferencia significativa ($*p < 0,000$), al comparar el test intermedio con el test final se encontraron diferencias significativas ($*p < 0,023$), y entre el test inicial con el test final se encontraron una alta diferencias significativas ($**p < 0,025$) (figura 3). La variabilidad es baja en los 3 test. Se presenta un valor atípico bajo en el test inicial que corresponde a 156,8 N y un valor atípico alto en el test final de 607,6 N (este valor corresponde a resultados de la persona cuyos resultados generan los valores atípicos de las pruebas anteriores). Los datos de los test son asimétricos.

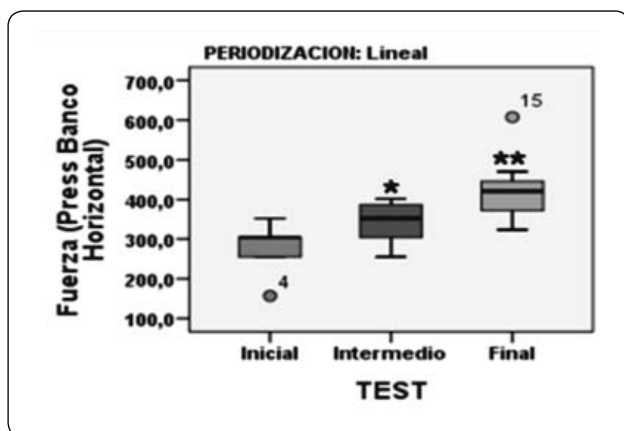


Figura 3. Fuerza press banco horizontal (Newton). Periodización lineal. Diferencias altamente significativas entre cada uno de los test: test inicial y el test intermedio ($*p < 0,000$), test intermedio con el test final ($*p < 0,023$) y test inicial con el test final ($**p < 0,025$).

Para medir la fuerza en los sujetos de estudio, se aplicó la prueba de sentadilla barra; los resultados de la evidencian diferencias significativas al confrontar el test inicial con el test intermedio ($*p < 0,027$), y test inicial y test final ($**p < 0,002$) (figura 4). Al comparar el test intermedio con el test final, no demuestra ganancias significativas. La variabilidad es baja en los 3 test, aunque se presenta un poco mayor en los test inicial e intermedio, sin que ello indique total heterogeneidad en los datos. Los datos de los test son asimétricos.

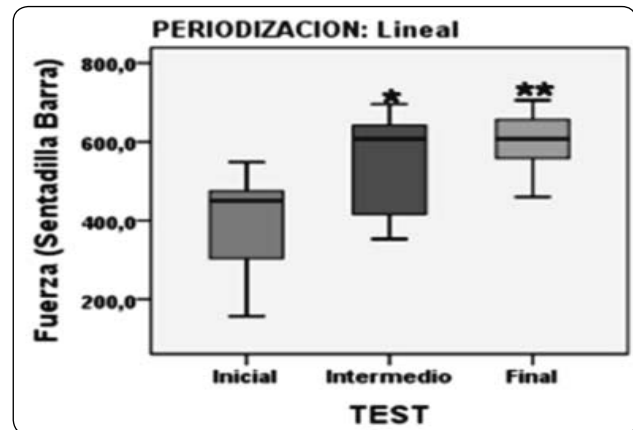


Figura 4. Fuerza sentadilla barra (Newton). Periodización lineal. diferencias altamente significativas al confrontar el test inicial con el test intermedio ($*p < 0,027$), y test inicial y test final ($**p < 0,002$).

Potencia en press banco horizontal y sentadilla de piernas (Newton)

Otro de los aspectos desarrollados con las pruebas de press banco fue la de potencia. Los test de potencia en ningún caso arrojaron diferencias significativas en la prueba de press de banco horizontal (figura 5). Se presenta un valor atípico bajo en el test inicial que corresponde a 7,82 N, un valor extremo alto que corresponde a 47,96, y en el test final se presenta un valor atípico alto de 72,08 N (corresponde con resultados de la misma persona que se ha señalado anteriormente). Los datos de los test son asimétricos.

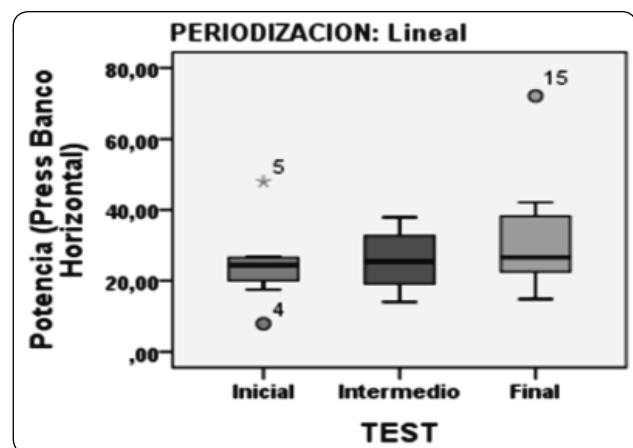


Figura 5. Potencia press banco horizontal (Newton). Periodización lineal. Test inicial, test intermedio y test final.

En el test de sentadilla de piernas para evaluar la potencia, se observa una diferencia significativa en la comparación de los test inicial y test intermedio ($*p < 0,013$), y test inicial y test final ($**p < 0,018$) figura 6. En la confrontación de los test intermedio y test final no se observó diferencia, es decir que los valores obtenidos en esos dos test son muy parecidos. Se presenta mayor heterogeneidad en los datos del test inicial; en los demás test, la variabilidad es menor. Se presenta un valor extremo alto en el test final de 114,28. Los datos de los test son asimétricos.

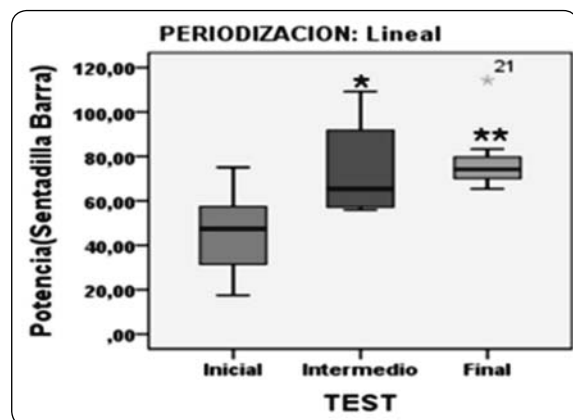


Figura 6. Potencia sentadilla barra (Newton). Periodización lineal. Diferencias significativas al confrontar el test inicial con el test intermedio ($*p < 0,013$), y test inicial y test final ($**p < 0,018$).

PERIODIZACIÓN DOBLE ONDULADA (PDO)

Velocidad 20 metros lanzados (Tiempo en segundos y metros/segundos)

En la prueba de velocidad 20 metros lanzados (tiempo en segundos), se puede observar que no hubo diferencias significativas al comparar el test inicial y el test intermedio, y entre el test inicial con el test final. Al comparar el test intermedio con el test final, se encontró diferencia significativa ($*p < 0,005$) (figura 7). Los datos tienden a ser homogéneos en los 3 test. La simetría de los datos en cada test tiende a ser positiva.

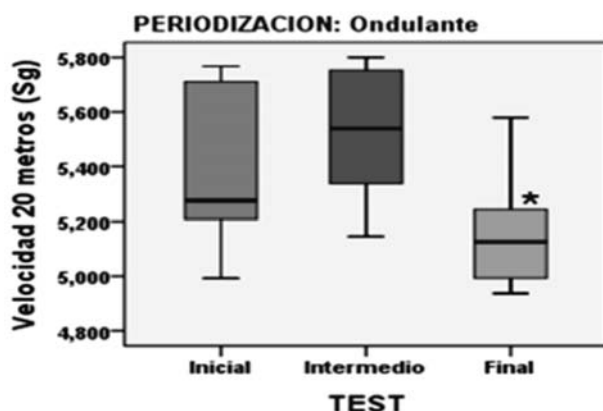


Figura 7. Velocidad 20 metros (tiempo en segundos). Periodización ondulatoria. Con diferencia significativa entre test intermedio con el test final ($*p < 0,005$).

En la prueba de velocidad 20 metros lanzados (tiempo en metros/segundos), se puede observar que no hubo diferencias significativas al comparar el test inicial y el test intermedio, y entre el test inicial con el test final. Al comparar el test intermedio con el test final, se encontró diferencia significativa ($*p < 0,005$) (figura 8). Los datos tienden a ser homogéneos en los 3 test.

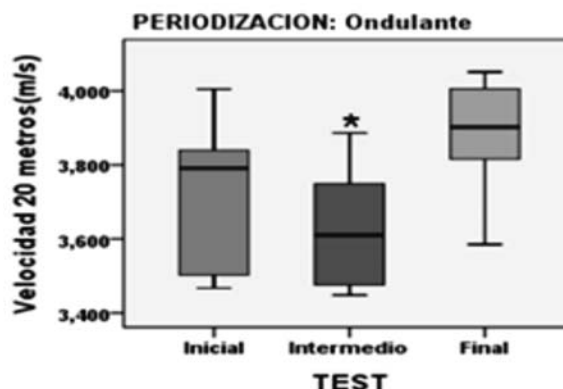


Figura 8. Velocidad 20 metros (tiempo en metros/segundos). Periodización ondulatoria. Con diferencia significativa entre test intermedio con el test final ($*p < 0,005$).

Fuerza en press banco horizontal y sentadilla de piernas (Newton).

Para medir la fuerza en los sujetos de estudio, se aplicó la prueba de press banco; los resultados arrojaron estadísticamente mediante el p-valor diferencias altamente significativas entre cada uno de los test: entre el test inicial y el test intermedio con una alta diferencia significativa ($*p < 0,000$); al comparar el test intermedio con el test final se encontraron diferencias significativas ($*p < 0,001$), y entre el test inicial con el test final se encontraron también altas diferencias significativas ($**p < 0,000$) (figura 9). Se destaca gran homogeneidad en los resultados del test inicial. La variabilidad es baja en los 3 test. Se presentan dos valores atípicos en el test intermedio, uno bajo que corresponde a 303,8 N, y uno alto de 421,4 N. Los datos de los test son asimétricos.

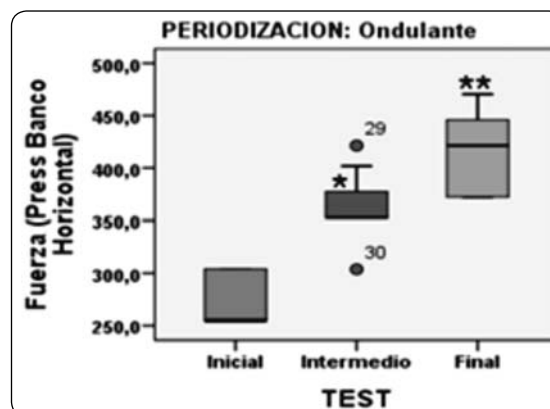


Figura 9. Fuerza press banco horizontal (Newton). Periodización ondulatoria. Diferencias altamente significativas entre cada uno de los test: test inicial y el test intermedio ($*p < 0,000$), test intermedio con el test final ($*p < 0,001$) y test inicial con el test final ($**p < 0,000$).

Se aplicó la prueba de sentadilla barra para medir la fuerza en los sujetos de estudio; los resultados evidencian diferencias significativas al confrontar el test inicial con el test intermedio ($*p < 0,009$) y entre el test inicial y test final ($**p < 0,016$) (figura 10). Al comparar el test intermedio con el test final no demuestra ganancias significativas. La variabilidad es baja en los 3 test. Se presenta un valor atípico alto en el test inicial que corresponde a 627,2 N. Los datos de los test son asimétricos.

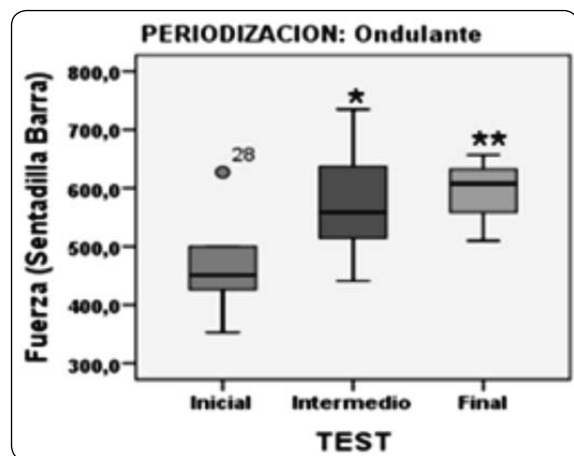


Figura 10. Fuerza sentadilla de piernas (Newton). Periodización ondulatoria. Diferencias altamente significativas entre los test: test inicial y el test intermedio ($*p < 0,009$), test inicial con el test final ($**p < 0,016$).

Potencia en press banco horizontal y sentadilla de piernas (Newton)

Otro de los aspectos desarrollados con las pruebas de press banco fue la de potencia. Los resultados evidencian diferencias significativas al confrontar el test inicial con el test final ($*p < 0,013$) (figura 11). En los demás test no se encontraron diferencias significativas. Se presentan un valor extremo alto en el test inicial de 35,62 (corresponde a la misma persona que presentó un valor atípico alto en fuerza sentadilla piernas) y un valor atípico alto en el test intermedio de 61,85 N (corresponde a la misma persona que presentó un valor atípico alto en fuerza press banco horizontal). Los datos de los test son asimétricos.

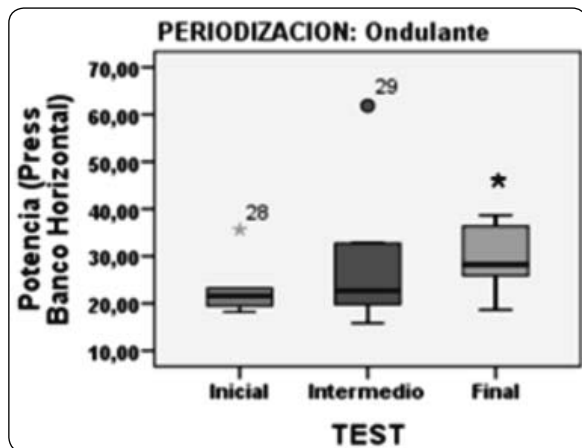


Figura 11. Potencia press banco horizontal (Newton). Periodización ondulatoria. Diferencias significativas inicial con el test final ($*p < 0,013$).

En el test de sentadilla de piernas para evaluar la potencia, en ningún caso arrojaron diferencias significativas (figura 12). Se presentan dos valores atípicos en el test inicial: uno bajo que corresponde a 19,69 N, y uno alto de 116,55 N (corresponde a la misma persona que ha generado valores atípicos y extremos en las pruebas anteriormente mencionadas). Los datos de los test son asimétricos.

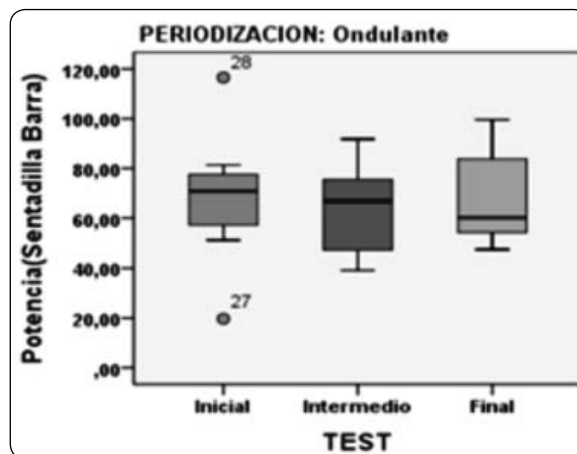


Figura 12. Potencia sentadilla de piernas (Newton). Periodización ondulatoria. Test inicial (test 1), test intermedio (test 2) y test final (test 3).

DISCUSIÓN

Este es el primer estudio a nivel nacional que investigó diferencias en la ganancia de fuerza entre una periodización de la carga lineal y una doble ondulada. Los resultados de este estudio sugieren que una periodización lineal de la carga provoca mayores ganancias en términos porcentuales en la variable velocidad establecida, tanto en segundo como en metros/seg; en la variable fuerza evaluada por medio del test press banco y del test de sentadilla se obtiene una mejor ganancia a través del periodización lineal; para la variable potencia evaluada en los mismo test se encontró que en el ejercicio de prees banco en la periodización doble ondulada fue más efectiva a corto plazo; la periodización lineal tuvo mayores incrementos a largo plazo; en cuanto al ejercicio de sentadilla, los mejores resultados se alcanzaron con la periodización lineal.

En cuanto al desarrollo de los resultados en términos absolutos, se aprecia que para la periodización lineal en la variable velocidad alcanzada, expresada en metros por segundos, fue inferior en comparación con la doble ondulada. En la variable fuerza expresada en Newton se obtiene una mejor ganancia a través del periodización lineal; para la variable potencia expresada en Newton en el prees de banco, la periodización doble ondulada fue más efectiva a corto plazo; la periodización lineal tuvo mayores incrementos a largo plazo; en cuanto al ejercicio de sentadilla, los mejores resultados se alcanzaron con la periodización lineal, tanto a corto como a largo plazo.

Los datos del presente estudio sugieren que la periodización lineal provee el estrés necesario para provocar máximas ganancias

en las variables anteriormente mencionadas, por medio de la alteración del volumen y la intensidad del entrenamiento. Estos resultados difieren de los hallazgos de otros estudios llevados a cabo por Mettew y cols, (2002); Kraemer y cols, (2000) e Ivanov y cols 1980; donde se plantea que la periodización ondulatoria presenta beneficios para los atletas ya que evita el efecto de meseta generado por el agotamiento de la reserva de adaptación.

En esta investigación varias implicaciones pueden ser establecidas a partir de estos resultados; todas las variables del entrenamiento fueron iguales para ambas periodizaciones (p.ej.: tiempo, métodos, contenidos, medios, frecuencia); las variables que marcaron la diferencia entre ambos tipos de periodización correspondieron a las magnitudes de la carga: volumen, intensidad y densidad; las modificaciones de estos parámetros son los que van a determinar si los cambios en la carga son positivos, negativos o nulos. Hay diferencia con los hallazgos por Baker y cols (1994) donde no reportaron diferencias significativas en las ganancias de fuerza cuando alteraron el volumen y la intensidad cada 2 semanas en un grupo de entrenamiento ondulatorio, y cada 3-4 semanas en un grupo de entrenamiento lineal.

Como indica Cissik, J y cols (2008), al comparar diferentes programas periodizados del entrenamiento de la fuerza, ambos grupos de intervención resultarían con incrementos en la misma. Si se observa una superioridad en las ganancias de la fuerza/potencia entre dichas periodizaciones a corto plazo, esta superioridad puede deberse simplemente a que la organización de las cargas de una periodización que estimuló de mejor manera las adaptaciones neurales a comparación de la otra. Basado en lo anterior y en esta investigación, la evidencia estadística no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) al comparar las dos formas de periodizar la carga (lineal y doble ondulatoria); este fenómeno posiblemente se generó por las características de la población objeto de estudio; la carga interna, la supercompensación y la adaptación funcional se ven beneficiadas con la interconexión de la carga externa (medio, contenidos y métodos).

La periodización ondulatoria fue 4% más eficiente que la periodización lineal para el desarrollo de la fuerza máxima valorada a través del test de press banco (24% y 20%); en el test de sentadilla la mejoría fue superior en la periodización lineal con un 10% sobre la periodización ondulatoria (28% y 18%); esto puede deberse a que las piernas poseen una mayor masa muscular debido a factores de desarrollo y son usadas

más frecuentemente en las actividades de la vida diaria, y pueden requerir un estímulo de sobrecarga mayor que el tren superior, hallazgos que corroboran el estudio elaborado por (Stone y O'Bryant, 1987). Esto implica que porcentajes más bajos de trabajo como los presentados en la periodización lineal en el tren inferior (80% y 90%) pueden causar un mayor desarrollo de la fuerza máxima, teniendo en cuenta que de esta forma los sujetos alcanzaron una mayor recuperación. Los estímulos de la vida diaria no son tan intensos en el tren superior, por lo tanto el tiempo de recuperación es mayor; esto hace factible que la mejora de la fuerza máxima reaccione mejor a estímulos que se encuentren entre (90% y 95%), como se puede establecer en la periodización ondulatoria.

El desarrollo de la velocidad no mostró mejoras significativas en la fase de entrenamiento de la fuerza máxima, en cada una de las periodizaciones. Esto se debe a que el fin de esta fase del entrenamiento de la fuerza máxima es el desarrollo de los más altos niveles de fuerza, pero se debe entender que la fuerza es quizás el factor más determinante de la velocidad con que se puede ejecutar un movimiento.

Estas importantes ganancias logradas coinciden con los resultados de numerosos estudios en los que se ha podido demostrar que son habituales en sujetos con poca experiencia en el entrenamiento de fuerza y/o los que no han entrenado de forma regular durante varios años, ya que, debido a la elevada reserva de adaptación que poseen, pueden responder favorablemente a la mayoría de los protocolos de entrenamiento. Además éstas coinciden con los hallazgos encontrados en la revisión de Kraemer y cols (2002), que observaron que los incrementos de fuerza muscular tras un programa de entrenamiento de estas características están en torno a un 40% en sujetos no entrenados, y 20% en poco entrenados.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio apoyan que la periodización lineal es más efectiva en el entrenamiento de la fuerza a largo plazo. El presente estudio sugiere que la periodización doble ondulatoria provee el estrés y la variación adicionales necesarios para provocar máximas ganancias de la fuerza a corto plazo por medio de la alteración del volumen y la intensidad del entrenamiento en una base diaria.

Los directores de programas, entrenadores, atletas y cualquiera que participe en una periodización doble ondulatoria (PDO) deberán estar alerta e intentar evitar el sobreentrenamiento, el cual puede acompañar a tal programa.

Aunque los presentes sujetos tenían experiencia de dos años en entrenamiento de la fuerza, haciendo los resultados aplicables a otros sujetos experimentados en entrenamiento de la fuerza, son necesarias investigaciones adicionales para observar los efectos de tal programa en otras poblaciones tales como sujetos no experimentados en entrenamiento de la fuerza, atletas de élite, poblaciones de mayor edad, mujeres y niños.

Este estudio ha demostrado que las mujeres pueden implicarse de manera segura en el entrenamiento de la fuerza cuando un programa está apropiadamente diseñado y supervisado; ninguno de los participantes perdió un día de entrenamiento debido a una lesión que haya ocurrido como resultado de este estudio. Adicionalmente, ninguno de los sujetos fue retirado del estudio debido a una lesión. Estos hallazgos avalan aquellos reportados en otros estudios de entrenamiento de fuerza en niños, mujeres, en adultos mayores, los cuales revelaron que la participación es posible con un riesgo de lesión mínimo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aagaard, P., Simonsen, E.B., Andersen, J.L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002b) Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and Hreflex responses. *Journal of Applied Physiology* 92, 2309-2318.
- American College of Sports Medicine. Position Stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 364-80.
- Christopher J. Hass, Matthew S. Feigenbaum and Barry A. Franklin. Prescription of Resistance Training for Healthy Populations. *SportsMed*; 31 (14): 953-964, 2001.
- Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Recomendaciones para guiar a los médicos en la investigación biomédica en personas. Adoptada por la 18 Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, junio de 1964 y enmendada por la 29 Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, octubre de 1975, la 35 Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, octubre de 1983 y la 41 Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, septiembre de 1989.
- Fleck S. J, Kraemer W. J. Resistance training: basic principles part 1. *PhysSportsmed* 1988; 16: 160-71.
- Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. *SportsMed* 2001; 31: 953-64.
- Heredia Elvar, Juan R. Isidro Donate, Felipe. Chulvi Medrano, Iván. Costa, Miguel R. Mitos y Realidades en el Entrenamiento de Fuerza y Salud. *PubliCE Standard*. 17/03/2006. Pid: 611.
- Izquierdo, M. Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y del deporte, prescripción del entrenamiento de la fuerza. Ed, Medica Panamericana, Madrid, pp 664 – 665. (2008).
- Jiménez, A. y De Paz, F. La Periodización en el entrenamiento de la fuerza. [http://www.efdeportes.com/Revista Digital](http://www.efdeportes.com/RevistaDigital) - Buenos Aires - Año 10 - N° 72 - Mayo de 2004.
- Kraemer, W.J. & Ratamess, N.A. (2004) Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 36: 674-678.
- Lemmer, JT. Ivey, FM. Ryan, As. Martel, GF. Hurlbut, DE. Metter, JE. Fozard, JL. Fleg, JL and Hurley, BF (2001). Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Med Sci Sports Exerc* 33:532-541.
- Matsudo S. Matsudo V, Barros, TL. Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 7(1): 2-14, 2001.
- Ministerio de la Protección Social. Situación de Salud en Colombia. Indicadores Básicos. 2008
- Ministerio de Salud. Resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud. Colombia.
- Naclerio, A. F. (2005) Entrenamiento de fuerza y prescripción del ejercicio In Entrenamiento personal, bases fundamentales y aplicaciones. Ed, Jiménez G. A. Inde, pp. 87-133.
- Naclerio, A. F. (2007b). Programación e Integración del Entrenamiento de Fuerza en la Preparación de los Deportes de Conjunto. *PubliCE Premium*.
- Pollock ML, Vincent KR. Resistance training for health. *Presidents Council Phys Fitness Sports Res Dig*; 1996, Dec; Series 2 (8): 1-9.
- Rhea Matthew R., Stephen D. Ball, Wayne T. Phillips, and Lee N. Burkett. A Comparison of Linear and Daily Undulating Periodized Programs with Equated Volume and Intensity for Strength. *J. Strength Cond. Res.*; Vol. 16, No. 2, pp. 250-255, 2002.
- Wernbom, M., Augustsson, J. and Thmeê, R. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional in humans. *Sport Med.*, 37, 225-264 (2007).